

Algblomning vid badplatser

- kan dess provtagningar komplettera miljöövervakningen?

Algal blooms at bathing sites and the environmental monitoring

Hanna Sjulgård



Självständigt arbete • 15 hp

Agronomprogrammet - mark/växt

Uppsala 2018

Algblomning i badvatten – kan dess provtagningar komplettera miljöövervakningen?

Hanna Sjulgård

Handledare:	Stina Drakare, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för vatten och miljö
Examinator:	Stephan Köhler, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för vatten och miljö
Omfattning:	15 hp
Nivå och fördjupning:	Grundnivå, G2E
Kurstitel:	Självständigt arbete i biologi
Kurskod:	EX0689
Program/utbildning:	Agronomprogrammet - mark/växt
Utgivningsort:	Uppsala
Utgivningsår:	2018
Omslagsbild:	Hanna Sjulgård
Elektronisk publicering:	https://stud.epsilon.slu.se
Nyckelord:	Algblomning, cyanobakterier, ekologisk status, Mälaren, badplatser

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för vatten och miljö

Sammanfattning

EU:s vattendirektiv 2000/60/EC har som mål att skydda och förbättra vattenkvaliteten inom Europa. För att ta reda på vad som behöver åtgärdas i ett vatten görs flera statusbedömningar, en av dessa bedömningar är ekologisk status. EU har även ett badvattendirektiv 2006/7/EG som kompletterar vattendirektivet. Direktivet gäller för de bad som har fler än 200 besökare per dag och provtagningar sker av bland annat *E. coli*, vattentemperatur och algblomningsförekomst för att få fram en badvattenprofil.

I den ekologiska statusen bedöms bland annat förurning och övergödning av sjöar, vattendrag och hav. Förekomsten av övergödning baseras på halter av näringsämnen och ökning av växtplankton. En parameter som provtas är biomassan av cyanobakterier vilka är starkt kopplat till algblomningar. Vid en algblomning blir vattnet grumligt på grund av massförekomst av alger. Algblomningar kräver en viss näringsnivå, är väldigt väderberoende och sker under en kort tid av året vilket gör att det krävs flera provtagningar för att inte missa en algblomning. Badplatserna ska provtas minst 3-4 gånger per badsäsong medan det för den ekologiska statusen i många vatten sker endast en gång per år. Därför vore det bra om det två olika provtagningarna kunde komplettera varandra.

Syftet med denna studie är att ta reda på om observationerna för algblomningar från badplatser kan komplettera den nationella- och regionala miljöövervakningen som sker för att bedöma ekologisk status i en sjö. Detta har gjorts genom att jämföra dessa två typer av provtagningar, cyanobakteriebiomassa mot algblomningsförekomst, i sjön Mälaren som har många badplatser. De flesta provtagningsstationer för miljöövervakningen ligger en bra bit ut i vattnet i Mälaren. Att utföra provtagningarna för den regionala- och nationella övervakningen är kostsamt då båt måste användas. Därför vore det optimalt om badplatsprovtagningarna kunde komplettera miljöövervakningen, eftersom de tas oftare och är enklare att utföra då de tas från stranden.

Mälarens vatten fick antingen den ekologiska statusen god eller måttlig i den 2:a förvaltningscykeln, vilket är mellan åren 2010-2015. Under samma år hade badplatserna i Mälaren algblomning på allt från inga till hälften av alla provtagningar som tagits. I provtagningarna för cyanobakteriers biomassa i miljöövervakningen antog jag att värden över 1,0 mg/l innebar en algblomning (WHO 2003). Därefter beräknades och jämfördes den relativa frekvensen av prover med cyanobakterier över 1,0 mg/l med den relativa frekvensen av algblomningar på badplatserna för varje område i Mälaren. Slutsatsen är att det kan finnas ett samband mellan algblomningsförekomsten på badplatserna och miljöövervakningen men det är inte självklart att det är så. Men om proverna från badplatserna tas i beaktande i den ekologiska statusbedömningen fås ett bredare underlag och det blir mindre risk att en algblomning missas för att miljöövervakningen sällan sker.

Abstract

The purpose of the EU Water Directive 2000/60/EC is to protect and improve the quality of water within Europe. To find out what need to be addressed in a water, status assessments are made. One of these assessments is the ecological status. EU also got a Bathing water directive 2006/7/EG which complement the water directive. The directive includes the bathing areas who have more than 200 visitors per day. The water is sampled for *E. coli*, the water temperature and algal blooms for example and they are used to get a bathing water profile. In the ecological status for instance acidification and eutrophication is assessed in lakes, watercourses and coastal waters. The presence of eutrophication is based on levels of nutrients and growth of phytoplankton. One sampled parameter is the biomass of cyanobacteria which is strongly associated with algal blooms. In an algal bloom, the water becomes muddy due to the abundance of algae. Algal blooms require a certain nutritional level, is dependent on the weather and takes place during a short period of the year which means that multiple sampling is required in order not to miss an algal bloom. The bathing areas are sampled at least 3-4 times each year every bathing season, while for the ecological status many waters is only sampled once a year. Therefore it would be good if the two types of samplings could complement each other.

The purpose of this study is to determine whether the observations from bathing sites can complement national and regional environmental monitoring done to assess ecological status. This has been done by comparing the two samplings of biomass of cyanobacteria and algal blooms, in the lake Mälaren which got many bathing areas. For the environmental monitoring most of the samplings stations are located out in the middle of the water in Mälaren. It is expensive to perform the sampling for the regional- and national environmental monitoring because a boat must be used. Therefore, it would be positive if the samplings from the bathing areas could complete the environmental monitoring, as they are easier to take and done more frequently.

The water in Mälaren got the ecological status good or moderate in the second cycle that is between year 2010-2015. The bathing areas in Mälaren had during the same years algal blooms in none to half of the samples taken. In the biomass samples for the cyanobacteria in the environmental monitoring I assumed that algal blooms got values over 1,0 mg/l (WHO 2003). Then the relative frequency of samples with a biomass over 1,0 mg/l was compared to the relative frequency of algal blooms at the bathing areas in the same water bodies in Mälaren. The conclusion is that there may be a connection between the relative frequency of algal blooms at the bathing areas and the environmental monitoring, but it is obvious that it is so. If the samples from the bathing areas are used in the assessment of the ecological status a wider base is achieved and there will be less risk that an algal bloom is missed due to the rarely sampling in the environmental monitoring.

Innehållsförteckning

1	Inledning	5
1.1	Algblomning	5
1.2	Vattendirektivet	6
1.3	Badvattendirektivet	7
1.4	Syfte och frågeställningar	8
2	Metod och material	9
3	Resultat	11
3.1	Variation i algblomning mellan år 2000-2016	11
3.2	Variation i algblomning och temperatur under badsäsongen	13
3.3	Mälaren	15
4	Diskussion	30
4.1	Diskussion av resultaten	30
4.2	Slutsatser	34
	Referenser	35
	Bilaga 1	37

1 Inledning

1.1 Algblomning

Cyanobakterier innehåller gasfyllda vakuoler som gör att de kan justera djupet de befinner sig på, när vädret är fint och vindstilla flyter de helst vid vattenytan nära solljuset där de tillväxer som bäst. Vindar blåser cyanobakterierna in i vikar och strandkanter där de vid massförekomst kan bilda en synlig hinna eller klumpar på vattenytan, det är detta som kallas algblomning (World Health Organization, 2003). En algblomning kan bildas av olika sorters alger men i sjöar är det vanligast av cyanobakterier. Faktorer som stimulerar uppförökning av cyanobakterier är höga näringshalter av kväve och fosfor, solljus, liten omrörning i vattnet och varmt väder. Kväve och fosfor tas upp av cyanobakterier i form av kvävgas och fosfatfosfor. Kvävgasen kommer antingen från atmosfären eller finns i vattnet och fosfatfosfor är den lösta formen av fosfat som cyanobakterierna direkt kan ta upp. Måttet totalfosfor som provtas i miljöövervakningen är den totala fosformängden i ett vatten vilket innefattar organiskt bundet fosfor och fosfat. Organiskt fosfor är inte lättillgängligt för cyanobakterier då det är bundet till organiskt material (Ekologgruppen i Landskrona AB, 2014).

Vid en algblomning sker en grön- eller brunfärgning av vattnet på grund av den höga densitet av celler som bildats. En sådan hög koncentration av cyanobakterier ökar risken för att toxinhaltarna ska vara höga då cyanobakterier kan bilda olika typer av toxiner (World Health Organization, 2011). De vanligaste toxinerna i Sverige är mikrocystiner och nodulariner. En uppskattning är att mellan en tredjedel och hälften av alla algblomningar är giftiga (Livsmedelsverket). Algblomning kan orsakas av olika släkten eller arter av cyanobakterier, dessa påverkas olika av miljön och de

kan interagera med andra bakterier. Detta gör algblooming svåra att förutsäga och det är svårt att innan provtagning veta hur mycket toxiner som bildats av en synlig algblooming (Tomas *et al.*, 2017). En av de vanligaste arterna i algbloomingar i Östersjön är *Nodularia spumigena* som oftast kräver en rätt hög temperatur på mellan 18 till 25 grader i vattnet för att blomma. Lägre krav har släktena *Anabaena* och *Aphanizomenon* som växer bäst vid en vattentemperatur på ungefär 15 till 20 grader. Det kan dock bildas algbloomingar vid lägre temperaturer än så (Aneer & Löfgren, 2007).

1.2 Vattendirektivet

EU har ett vattendirektiv 2000/60/EC som togs fram för skydda och förbättra vattenkvaliteten inom Europa. Mer specifikt innefattar det att minska föroreningar i vatten, återställa vattenekosystem, garantera en hållbar vattenanvändning och skydda vattentillgångar i bland annat markvatten och ytvatten (EU, 2017b).

Inom vattendirektivet görs statusbedömningar i så kallade vattenförekomster. En vattenförekomst har en viss storlek, sjöarna har en yta som är större än 1,0 km², vattendrag har ett avrinningsområde på över 10 km² och kustvatten är området från kustlinjen och ut 1 852 m, vilket är en sjömil. En vattenförekomst är även ett homogent vattenområde och till exempel en sjö kan bestå av flera olika vattenförekomster (Wirebro & Hansson, 2012).

För att kunna bedöma och jämföra kvaliteter på vattenförekomster finns det ett graderingssystem som kallas ekologisk status. Olika biologiska faktorer som växtplankton, bottenfauna, makrofyter och fisk ska vägas in i bedömningen men även hydromorfologiska och fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer. Allra tyngst väger de biologiska faktorerna, och efter en sammanvägning får man fram en statusklassning på vattenförekomsten. Klassificeringen har 5 nivåer, hög, god, måttlig, otillfredsställande och dålig status (Miljösamverkan Sverige).

Syftet är att alla vattenförekomster ska ha god eller hög status till år 2015, men i vattenförekomster som har speciella förutsättningar kan tiden förlängas till 2021 eller 2027, eller så kan kraven sänkas. Bedömningarna görs i cykler om 6 år i taget, dessa cykler kallas för bedömnings- eller förvaltningscykler. Varje förvaltningscykel har fem olika delmoment, varav en av dessa är att utforma åtgärdsprogram. Åtgärder ska utföras om vattenförekomsterna har dålig, otillfredsställande eller måttlig

status eller om den riskerar att få sin status sänkt (Länsstyrelsen Västmanlands län, 2006). Kommuner och myndigheter ska se till att den dåliga statusen åtgärdas och väljer själva vilken metod de vill använda, de får bedöma vad som ger bäst effekt till en rimlig kostnad då många åtgärder kan vara kostsamma (Havs- och vattenmyndigheten, 2014).

När det gäller algblooming är det enligt vattendirektivet växtplanktons biomassa, sammansättning, dess effekt på siktdjupet, algbloomingfrekvens och intensitet som ska undersökas (Carvalho, 2012). I statusklassificeringen för växtplankton i sjöar mäts i Sverige den totala biomassan, viktsandel cyanobakterier, klorofyll-a, trofiskt planktonindex och artantal. Proverna tas mellan juli och augusti men augusti är allra vanligast i Sverige (Caruso *et al.*, 2013). För växtplankton sker provtagning årligen i sjöar och vid kusten, men vattendrag tas inte med. Det är rekommenderat att göra fem provtagningar per år för växtplankton för att få en säker bedömning (Miljöförvaltningen, 2017). Men de flesta sjöar provtas endast en gång per år. Provtagningen och analyserna ska göras enligt SS-EN 15204:2006 som säger att i sjöar som är större än 1 km² ska proverna tas från båt och helst mitt i sjön. Provet ska även tas i den övre varma delen av vattenmassan (Caruso *et al.*, 2013).

1.3 Badvattendirektivet

EU:s badvattendirektiv kompletterar vattendirektivet. EU vill skydda människors hälsa och kvalitén på miljön och därför har speciella regler satts upp för badvatten. Syftet med EU:s badvattendirektiv är att badvatten ska ha en bra kvalitet och att information ska vara lättåtkomlig för allmänheten. Inom detta direktiv finns så kallade EU-bad där provtagningar sker flera gånger per år för att få fram vilken kvalitetsstatus badvattnet har (EU, 2017a).

De badplatser som under badsäsongen har fler än 200 besökare per dag ska enligt EU registreras som EU-bad. Målet är att från år 2015 ska alla EU-bad minst ska ha tillfredsställande kvalitet på sitt badvatten. På dessa badplatser ska regelbundna kontroller ske under badsäsongen och dessa utförs oftast i kommunal regi, resultaten läggs sedan upp på Havs- och vattenmyndighetens webbsida "Badplatsen" (<https://www.havochvatten.se/hav/fiske--fritid/badvatten.html>). De bad som inte är EU-bad kan kommunerna själva välja om de vill kontrollera. Vid EU-baden ska provtagning enligt HVMFS 2012:14 av vattnet ske minst 3-4 gånger varje badsäsong men antalet varierar utifrån i vilket län badet ligger. I södra Sverige är badsäsongen längre och alltså ska fler prover tas där. Rekommendationerna är att ta det

första provet 1-2 veckor innan badsäsongen börjar, alltså ett försäsongsprov. Sedan minst ett prov varje månad under badsäsongen (Havs- och vattenmyndigheten, 2017a).

En parameter som noteras vid provtagningarna är om det förekommer algbloomning eller inte, detta bedöms endast okulärt. Vid algbloomning får vattnet en grön eller gulbrun grumlig färg, men det går inte att se med ögat om det förekommer giftiga algtoxiner eller inte. Därför avråder kommunerna allmänheten från att bada vid algbloomningar. Andra parametrar som mäts är vattentemperatur, halten Intestinala enterokocker och *E. coli* (Havs- och vattenmyndigheten, 2016).

1.4 Syfte och frågeställningar

Syftet är att ta reda på om observationerna för algbloomningar från svenska badplatser kan komplettera den nationella och regionala miljöövervakningen som sker för att bedöma ekologisk status. Frågeställningarna som ska besvaras är:






- Hur vanligt är det med algbloomningar vid Sveriges badplatser?
- Finns det någon koppling mellan algbloomning och vattentemperaturen vid provtagningarna?
- Finns det ett samband mellan frekvensen av algbloomningar på Mälarens badplatser med mängden cyanobakterier från den nationella- och regionala miljöövervakningen från närliggande provtagningsstationer?
- Kan algbloomningsinformationen från badplatserna användas för att se hur det även ser ut längre ut i sjön?

2 Metod och material

Informationen om badvattenkvalitet kommer från en Excelfil med alla provtagningar från Sveriges badplatser som laddades ned från Havs- och vattenmyndighetens webbsida Badplatsen, som är <https://www.havochvatten.se/hav/fiske--fritid/badvatten.html>. Information om vattenförekomstens ekologiska status kom från VISS (Vatteninformationssystem Sverige), som är en databas som utvecklats av vattenmyndigheterna, länsstyrelserna och Havs- och vattenmyndigheten, <http://viss.lansstyrelsen.se/>. Från Miljödata MVM, <https://miljodata.slu.se/mvm/>, som är en datavärd för sjöar, vattendrag och jordbruksmark hämtades miljöövervakningsdata för cyanobakterier, vattentemperatur, halter av klorofyll-a och även koordinater för provtagningsstationerna i Mälaren. För badplatserna användes provtagningarna av algförekomst, vattentemperatur och koordinater för badplatsernas placering.

All data bearbetades; provresultaten från badplatser mellan åren 2000-2017, den ekologiska statusen, och den regionala och nationella övervakningen under den 2:a förvaltningscykeln i Mälaren år 2010-2015. Detta gjordes med hjälp av Excel (Microsoft) och Minitab (Minitab Inc.) där olika grafer, t-test och multipel linjär regression gjordes. I den multipla linjära regressionen var cyanobakteriebiomassa responsvariabeln och de förklarande variablerna vattentemperatur och totalfosforhalt. T-testet gjordes för att se om det fanns någon skillnad i medelvärdena för vattentemperaturen när det var algblooming och inte algblooming vid badplatserna. I arbetet ingick även kartor som skapats med hjälp av GIS-programvaran ArcGis (Esri Inc.), där användes datan från badplatsprovtagningarna, VISS och Miljödata MVM och bakgrundskartan är en av ArcMaps egna bakgrundskartor.

I kartorna över den relativa frekvensen av algbloomingar på badplatserna har gränsvärden satts beroende på förekomsten av algblooming. Punkterna har därför olika färger, vilka står för:

-  **0% Ingen algblooming**
-  **0 – 10 % Få algbloomingar**
-  **10 – 20 % Ibland algblooming**
-  **20 – 35 % Ofta algbloomingar**
-  **35 – 50/100 % Många algbloomingar**

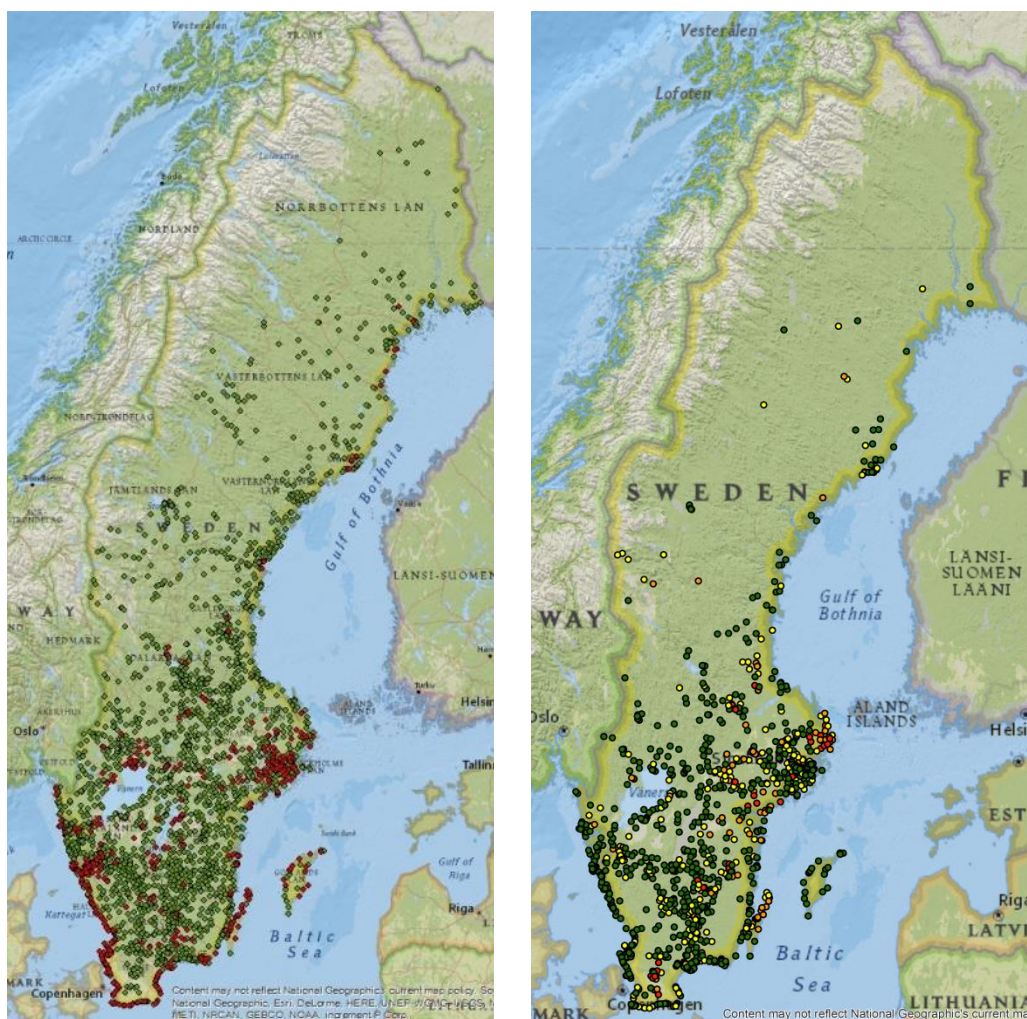
I figur 1 och 11 i rapporten betyder rött att det förekommit 35 – 50 % algblooming i provtagningarna. I figur 12 står rött istället för 35 – 100 % algblooming. Desto högre algbloomingfrekvens desto färre prover finns representerade, därför är klassgränserna större vid högre värden.

3 Resultat

3.1 Variation i algblooming mellan år 2000-2016

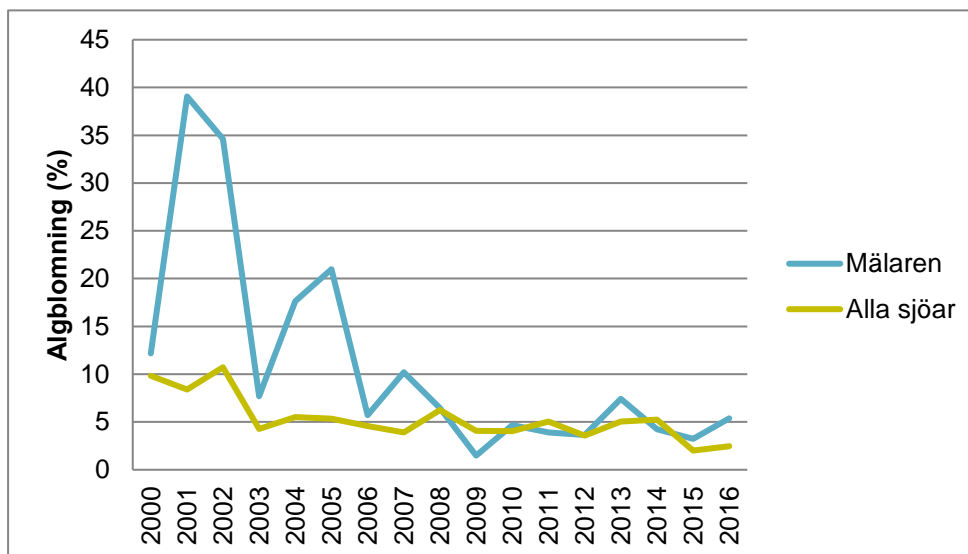
Sedan år 2000 har 2686 olika bad i sjöar, kusten och vattendrag provtagits i Sverige varav 446 är EU-bad, och varje år tillkommer nya medan några slutar att provtas. Det är 2158 bad som varit med under hela perioden 2000-2016. Antal provtagningar per år för EU-bad är i genomsnitt 5,7 stycken medan det för icke EU-bad är 3,3 per år. 2017 togs totalt 8487 prover på Sveriges badplatser.

683 bad i Sverige ligger vid kusterna och några vid vattendrag. För badplatserna vid haven hade totalt 5,0 % algblooming under år 2000-2016. I sjöarna var det sammanlagt 5,4 % och i vattendrag 1,2 %. Det fanns även en liten skillnad mellan EU-baden som hade 5,6 % algblooming av provtagningarna och icke EU-bad 5,2 %. I bilden till vänster i figur 1 syns EU-badens placering i Sverige som de röda punkterna. De flesta ligger i södra Sverige, vid kusten och nära stora städer. De gröna punkterna är alla andra badplatser som någon gång provtagits. På kartan till höger syns den relativa frekvensen av algbloomingar i Sverige, de badplatser med ingen algblooming mellan år 2000-2016 är inte medtagna.



Figur 1. Till vänster karta över alla badplatser och EU-baden i rött. Till höger alla bad som haft algblooming minst en gång mellan år 2000-2016.

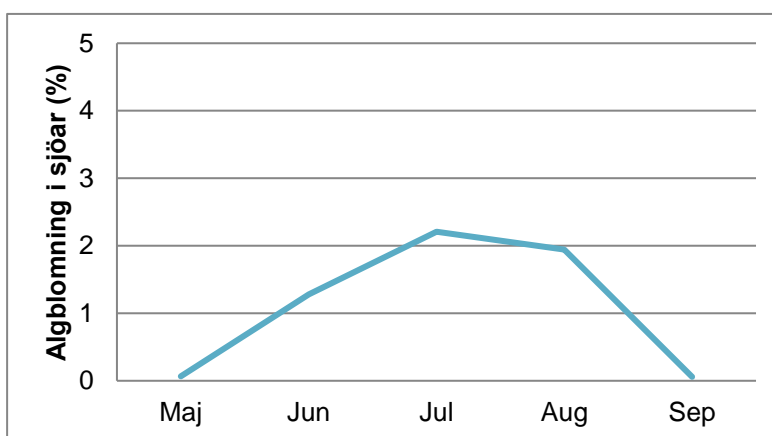
Om algbloomingförekomsten på badplatserna i Sveriges sjöar studeras mellan år 2000-2016 syns det att 2002 var det året med mest algblooming. Då hade ungefär 11 % av alla provtagningar algblooming, de provtagningar där ingen uppgift fanns är inte med i beräkningen. Sedan dess har algbloomingförekomsten sjunkit och låg 2016 på 2,5 %. För Mälarens badplatser var det procentuellt mest algblooming 2001 då det låg på 39 %, även där har det sjunkit sedan dess, se figur 2.



Figur 2. Procent av provtagningarna som hade algblooming på badplatserna. Både för Mälaren och alla sjöar som provtagits i Sverige.

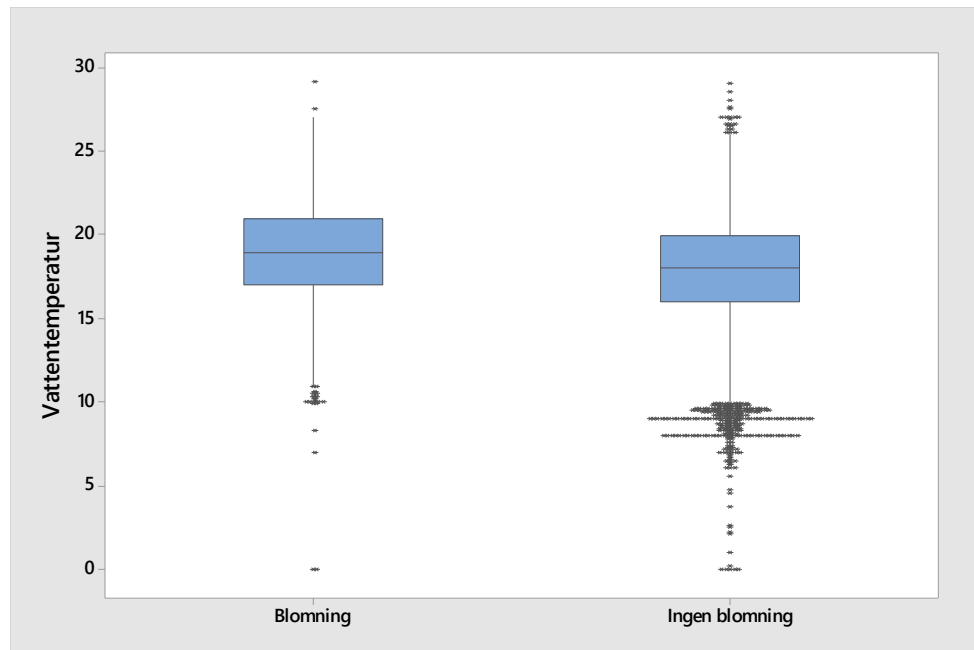
3.2 Variation i algblooming och temperatur under badsäsongen

Under åren har algblooming i Sveriges sjöar varit vanligast under sommarmånaderna, men allra mest i juli och augusti. I juli förekom algblooming i 2,2 % av provtagningarna på badplatserna och i augusti 1,9 %, se figur 3. I oktober och april förekom ingen algblooming i men några få provtagningar gjordes.



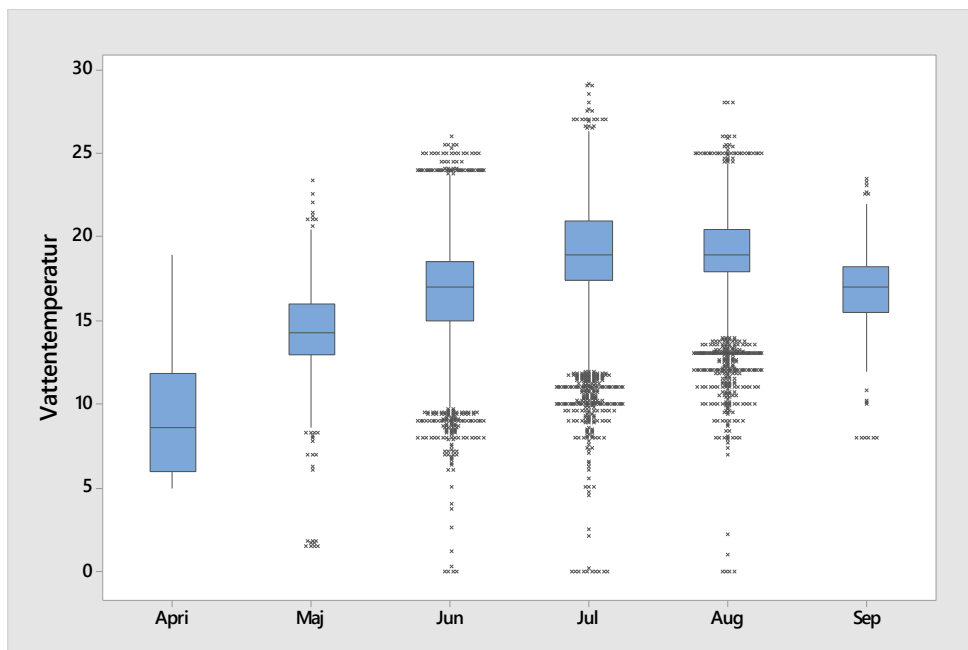
Figur 3. Relativa frekvensen för algbloomingar av antalet provtagningar under sommarmånaderna i sjöar mellan år 2000-2016.

Ett t-test gjordes som visar om det finns någon skillnad i vattentemperaturen när det är algbloomning och inte. Det gav ett p-värde $< 0,01$. Det var alltså signifikant för en signifikansnivå på 1% vilket innebär att medelvärdena för temperaturen skiljer sig mellan när det varit algbloomning och inte. Medelvärdet för vattentemperaturen när det var algbloomning var 20,53 och vid icke bloomning 19,73 grader i sjöar mellan år 2000-2017 i juli och augusti. Hur höga temperaturerna var vid algbloomningarna i sjöar i södra Sverige syns i figur 4, där ingår länen Blekinge, Halland, Jönköping, Kronoberg och Skåne. Spridningen är större vid ingen algbloomning än algbloomning.



Figur 4. *Boxplot över vattentemperaturen vid algbloomning och ingen algbloomning på badplatserna i sjöar i södra Sverige, april till septembe, år 2000-2017.*

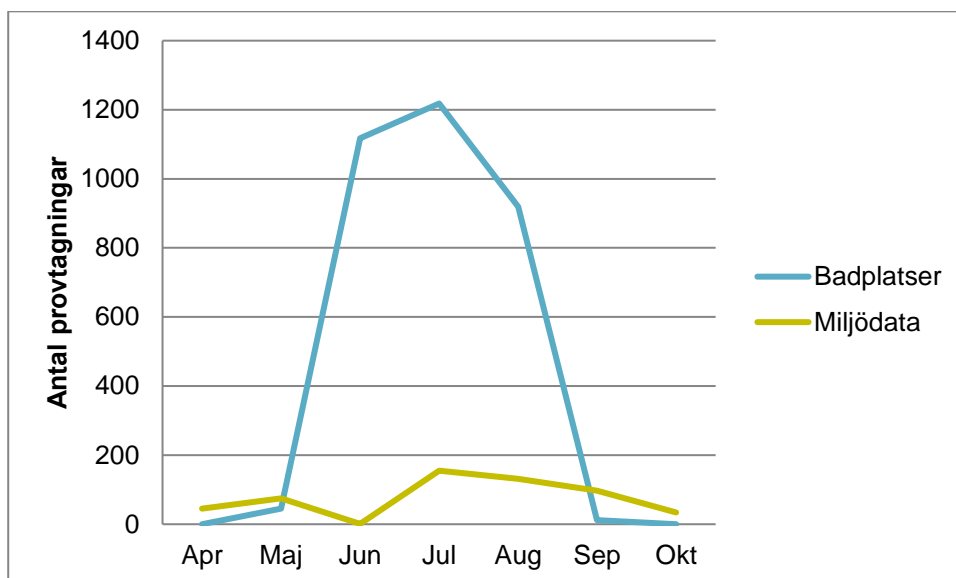
Hur temperaturen varierar mellan månaderna i södra Sverige kan ses i figur 5. I juli och augusti är vattentemperaturen som högst och det är även stor spridning på allt från noll till nästan 30 grader. Det fanns några enstaka provtagningar från oktober till mars men de togs inte med i figuren.



Figur 5. Boxplot över vattentemperaturen i södra Sverige från april till september i sjöar, mellan år 2000–2017.

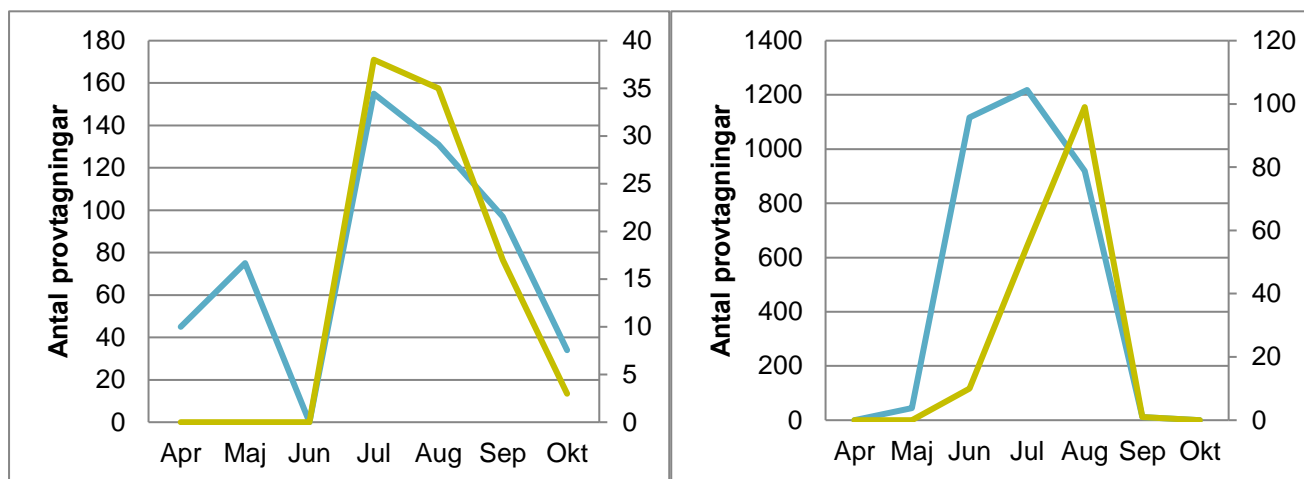
3.3 Mälaren

Antal provtagningar som togs i Mälaren under den 2:a förvaltningscykeln mellan 2007-2015 är betydligt fler på badplatserna än för miljöövervakningen. För cyanobakteriebiomassan i miljöövervakningen tas inga prover alls i juni och fler än på badplatserna i april, september och oktober. På badplatserna togs många fler prover juni till augusti och ungefär lika många som i miljöövervakningen i maj. Detta syns i figur 6, grafen visar provtagningarna mellan 2007–2015 på grund av att det övervägande fanns data för cyanobakteriebiomassa från miljöövervakningen i Mälaren de åren.



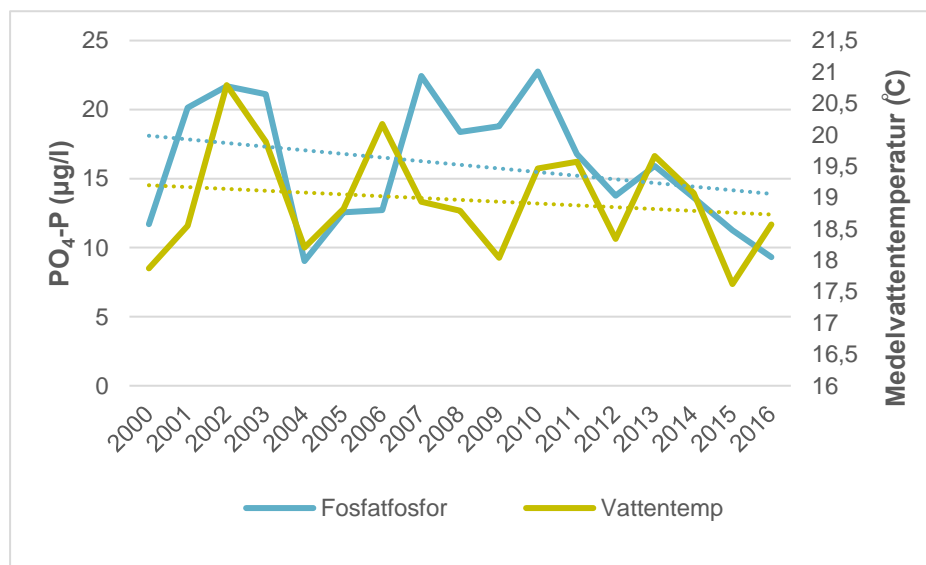
Figur 6. Antal provtagningar som togs i Mälaren 2007-2015, både på badplatserna och för cyanobakterier i miljöövervakningen.

På badplatserna i Mälaren var algbloomning vanligast i juni, juli och augusti, även då flest provtagningar togs. För miljöövervakningen i Mälaren var algbloomning vanligast i juli, augusti och september, också då flest prover togs vid provtagningsstationerna. I figur 7 visar de blå linjerna antalet provtagningar som togs varje månad mellan 2007-2015 och de gula kurvorna är antal prover med algbloomning.



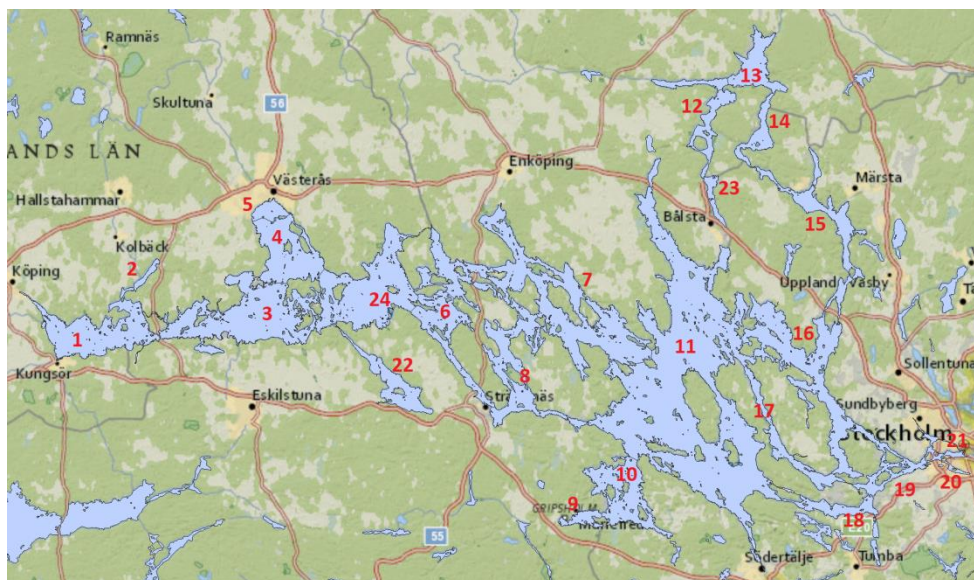
Figur 7. Figuren till vänster är för miljöövervakningen i Mälaren och den gula kurvan är antalet prover med cyanobakterier över 1,0 mg/l. I figuren till höger visas badplatserna i Mälaren och den gula kurvan är antalet prover med algblooming.

I figur 8 illustrerar den gula kurvan fosfatfosfor, $\text{PO}_4\text{-P}$, i miljöövervakningen i Mälaren och den blå kurvan medelvärde för vattentemperaturen från badplatserna i maj till augusti. Vattentemperaturerna var som medel högre i början på 2000-talet jämfört med de senaste åren, även fosfatfosforhalten har sjunkit vilket syns på tillhörande trendlinje.



Figur 8. Vattentemperatur och fosfatfosfor i Mälaren mellan år 2000-2016 i maj till augusti.

Det finns 96 badplatser i Mälaren som är registrerade i badplats-portalen. Mälaren har 32 vattenförekomster och badplatserna finns i 24 av dem. I figur 9 nedan syns namnen på de 24 relevanta vattenförekomsterna.



Figur 9. De vattenförekomster i Mälaren där det finns badplatser. 1. Galten, 2. Freden, 3. Blacken, 4. Västeråsfjärden, 5. Västerås hamnområde, 6. Strängnåsfjärden, 7. Arnöfjärden, 8. Tynnelsöfjärden, 9. Mariefredsfjärden, 10. Gripsholmsviken, 11. Prästfjärden, 12. Gorran, 13. Ekoln, 14. Skofjärden, 15. Skarven, 16. Görväln, 17. Långtarmen, 18. Rödstensfjärden, 19. Fiskarfjärden, 20. Årstaviken, 21. Riddarfjärden, 22. Sörfjärden, 23. Stora Ullfjärden, 24. Granfjärden.

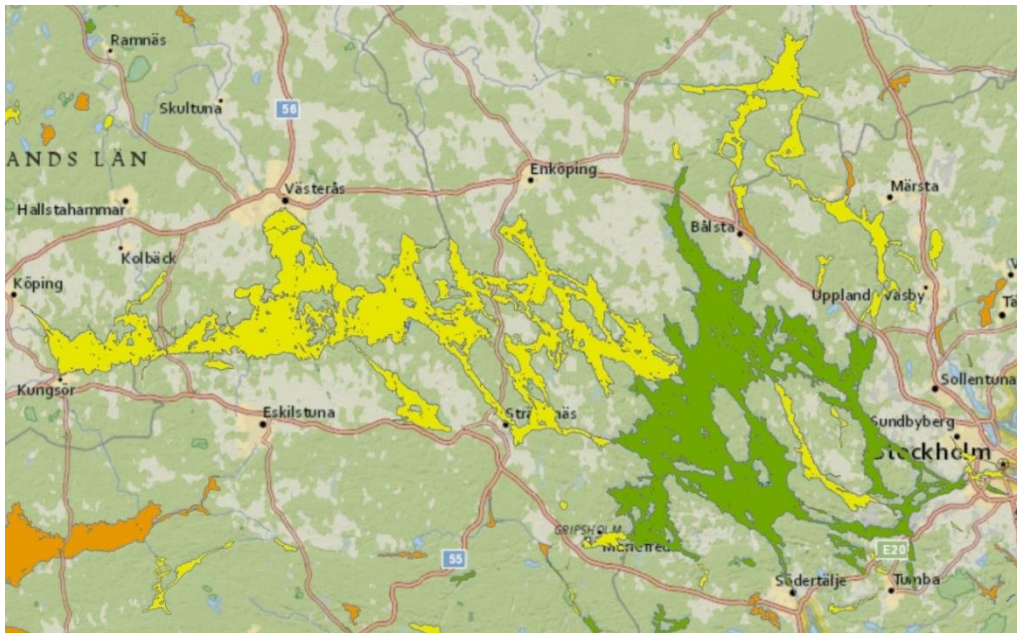
I tabell 1 syns antal bad och EU-bad i Mälaren vilka är sorterade efter yttorlek på vattenförekomsterna. Görväln och Fiskarfjärden är de vattenförekomster med flest antal bad och Fiskarfjärden den med flest EU-bad. Då den vattenförekomsten ligger vid Stockholm är det logiskt att många av dess bad har fler än 200 besökare per dag vid badsäsongen. Prästfjärden är den överlägset största vattenförekomsten på 320 km² och Årstaviken den minsta på endast 1 km².

Tabell 1. Antal badplatser som är EU-bad, icke EU-bad och ytan på vattenförekomsterna.

Vattenförekomst	EU-bad	Icke EU-bad	Antal bad	Yta (km ²)
Prästfjärden	2	6	8	320
Arnöfjärden	1	1	2	99
Blacken	1	0	1	87
Granfjärden	0	1	1	77
Görväln	4	10	14	73
Galten	0	5	5	54
Tynnelsöfjärden	0	4	4	45
Västerås-fjärden	1	1	2	43
Gripsholmsviken	1	0	1	39
Strängnäs-fjärden	0	4	4	31
Skarven	4	4	8	26
Ekoln	1	2	3	22
Sörfjärden	0	2	2	22
Långtarmen	1	3	4	20
Fiskarfjärden	12	0	12	16
Gorran	0	3	3	14
Skofjärden	0	2	2	14
Rödstensfjärden	4	1	5	13
Västerås hamnområde	1	4	5	7
Mariefreds-fjärden	0	1	1	6
Freden	0	1	1	3
Riddarfjärden	3	3	6	3
Stora Ullfjärden	1	0	1	3
Årstaviken	1	0	1	1

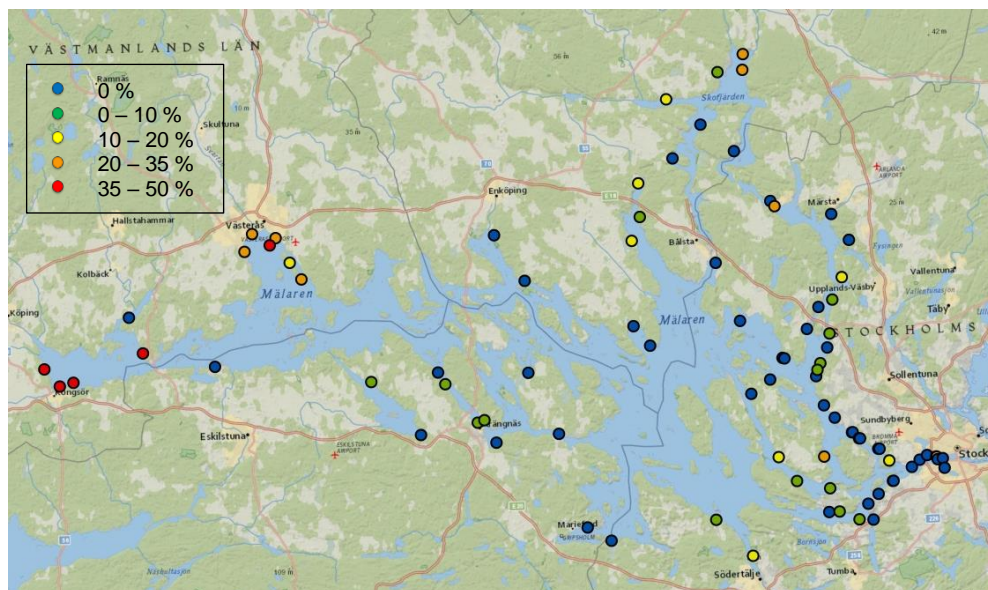
Under den 2:a förvaltningscykeln som avser år 2010-2015 fick 18 av de 24 vattenförekomsterna i tabell 1 statusen måttlig och 6 stycken fick statusen god, se figur 10. För 15 av områdena i Mälaren fanns det endast klassningar av klorofyll-a parametern för växtplankton, de andra saknades. Klorofyll-a fanns det provtaget för alla områden utom två stycken. De parametrarna som avgör vilken ekologisk status en vattenförekomst får varierar. I Mälaren berodde 20 av vattenförekomsternas ekologisk status på endast på växtplankton eller även någon mer parameter som till exempel makrofyter, näringsämnen eller ljusförhållanden. De resterande 4

vattenförekomsternas ekologiska status berodde inte alls på parametern växtplankton, för dessa påverkade istället fosfor och ljusförhållanden.



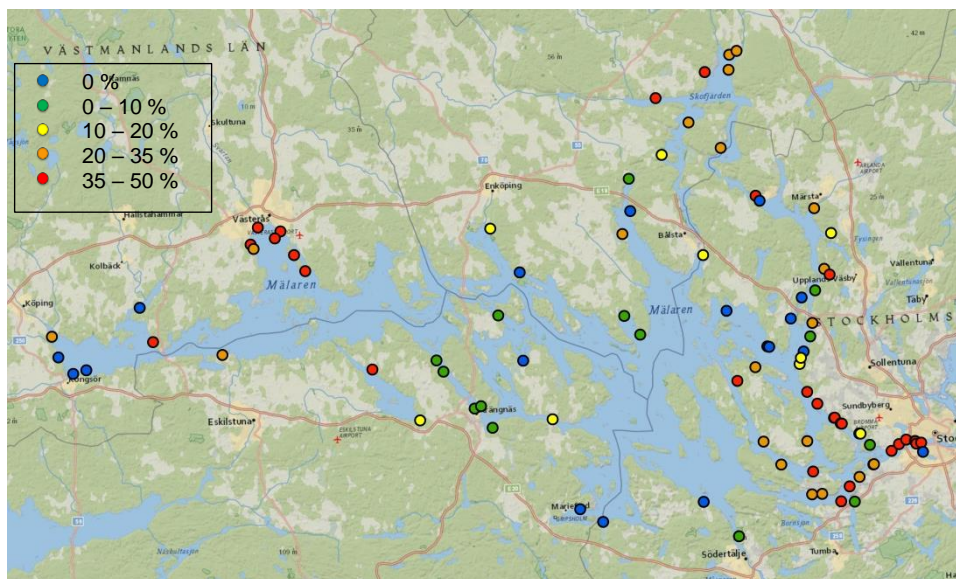
Figur 10. Ekologisk status för vattenförekomsterna. Röd färg betyder dålig, orange otillfredsställande, gul måttlig, grön god och blå hög ekologisk status.

De vattenförekomster som hade god status under den 2:a förvaltningscykeln var Görvälén och Prästfjärden, av deras provtagningar hade 5,8 % algblooming på badplatserna. För alla områden som hade statusen måttlig var det sammanlagt 21%. Det förekom alltså mer algblooming vid badplatserna där statusen var måttlig än där statusen var god. I figur 11 syns frekvensen av algblooming i Mälaren under den 2:a förvaltningscykeln i juli och augusti. Området Galten hade flest badplatser med mycket algblooming och Västerås hamnområde hade ofta algblooming, även några badplatser i Ekoln och Västeråsfjärden hade ofta algblooming.



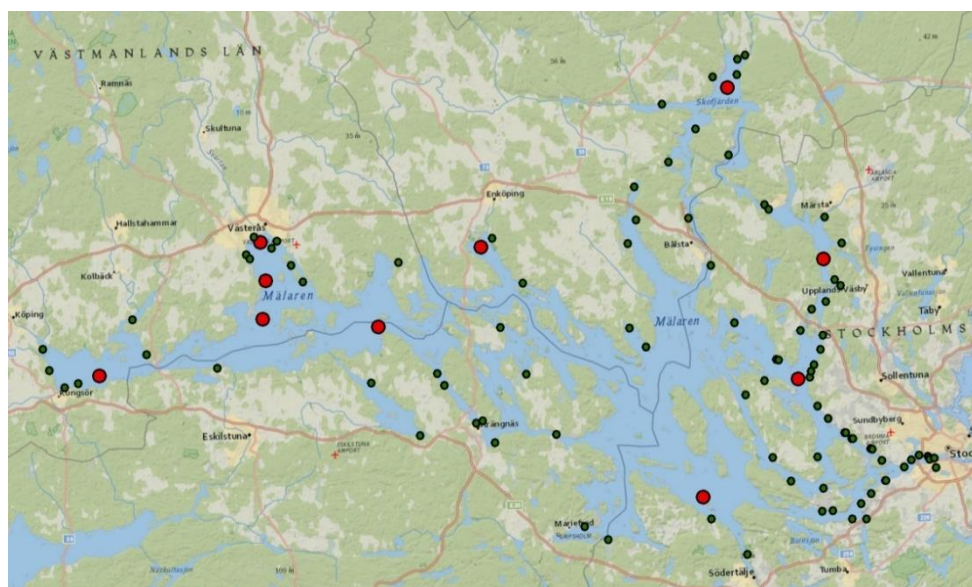
Figur 11. Karta över relativ frekvens av algblooming på badplatserna för år 2007-2012 och juli och augusti.

Figur 12 visar algbloomingfrekvensen på badplatserna i Mälaren i juli och augusti mellan år 2000 till 2006. Relativa frekvensen av algblooming är samma som färgerna i figur 11 men här betyder rött att det förekom mellan 35 – 100 % algblooming av provtagningarna. Vid Stockholm i Fiskarfjärden var det många badplatser som hade hög andel algblooming, även vid Västeråshamn och Västeråsfjärden.



Figur 12. Karta över relativ frekvens av algblomning på badplatserna för åren 2000-2006 i juli och augusti.

I figur 13 syns placeringen av miljöövervakningens provtagningsstationer för cyanobakterier i förhållande till badplatserna i Mälaren. Det är betydligt fler badplatser och provtagningsstationerna ligger oftast en bit ut i sjön och alltså inte vid strandkanterna.



Figur 13. Karta över Mälaren där de gröna prickarna är badplatserna och de röda provtagningsstationer för cyanobakterier i miljöövervakningen

I år kommer det nya klassgränser för statusklassificeringen av cyanobakterier, dessa syns i tabell 2. De är baserade på en av WHO:s hälsorisknivåer för cyanobakterier i vatten, de har flera riktlinjer men dessa är baserade på ohälsosamma substanser som cyanobakterier består av. Denna hälsorisknivå säger att en förekomst på 20 000 cyanobakterieceller per ml anses orsaka irritation och ha allergiframkallande effekter på människor. Gränsen för en måttlig hälsorisk ligger på 100 000 cyanobakterieceller per ml och den högsta hälsorisken finns om det förekommer en synlig hinna av cyanobakterier på vattenytan. Baserat på dessa rekommendationer när antalet cyanobakterieceller blir ohälsosamma så har en klassgräns mellan god och måttlig status i sjöar bedömts till 1,0 mg/l cyanobakteriebiomassa. Över 1,0 mg/l måste någon åtgärd vidtas och då är statusen är måttlig, otillfredsställande eller dålig (World Health Organization, 2003). Detta ska ersätta den nuvarande parametern ”viktsandel cyanobakterier” inom de biologiska kvalitetsfaktorerna. I nuläget visar viktsandel cyanobakterier procentandelen av den totala biomassan som innehåller cyanobakterier, men det säger inget om den faktiska biomassan som dessa nya värden gör (Havs- och vattenmyndigheten, 2017b).

Tabell 2. De nya gränsvärdena för cyanobakterier i mg/l för de olika klasserna.

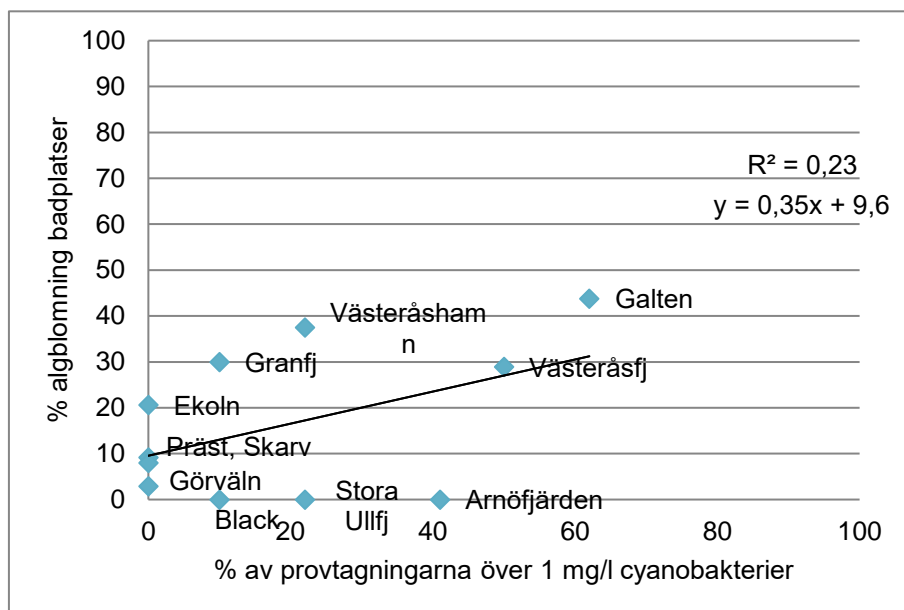
0,01	0,16	1,0	2,0	5,0	10
Hög	God	Måttlig	Otillfredsställande	Dålig	

Från Miljödata MVM har provtagningar för cyanobakterier i mg/l från den storskaliga miljöövervakningen laddats ned. I endast elva vattenförekomster i Mälaren fanns det mätvärden för cyanobakterier under den 2:a förvaltningscykeln. I den 2:a förvaltningscykeln som var mellan år 2010-2015 ingår prover från olika år för de olika vattenförekomsterna i Mälaren, dessa är angivna i tabell 3. Endast värdena för månaderna juli och augusti ingår. I tabell 3 syns även antal prover och hur många procent algblooming det var i vattenförekomsterna både för badplatserna och i miljöövervakningen. Provdjupen för cyanobakterierna var för vissa vattenförekomster mellan 0-2 meter och för vissa mellan 0-8 meters djup.

<i>Vattenförekomst</i>	<i>Över 1,0 mg/l (%)</i>	<i>algblooming baden (%)</i>	<i>Prov från år</i>	<i>Prov till år</i>	<i>Antal prov baden</i>	<i>Antal prov miljödata</i>	<i>Provdjup miljödata (m)</i>
<i>Arnöfjärden</i>	41	0	2007	2012	27	18	0-2
<i>Blacken</i>	10	0	2007	2012	15	10	0-2
<i>Ekoln</i>	0	21	2007	2012	46	18	0-8
<i>Galten</i>	62	44	2007	2011	27	13	0-2
<i>Granfjärden</i>	10	30	2007	2011	11	10	0-8
<i>Görväln</i>	0	3	2007	2011	139	15	0-8
<i>Prästfjärden</i>	0	9	2007	2011	110	10	0-8
<i>Skarven</i>	0	8	2007	2012	80	15	0-8
<i>Stora Ullfjärden</i>	22	0	2008	2010	9	9	0-2
<i>Västeråsfjärden</i>	50	29	2008	2010	27	4	0-2
<i>Västeråshamn- område</i>	22	38	2007	2012	50	18	0-2

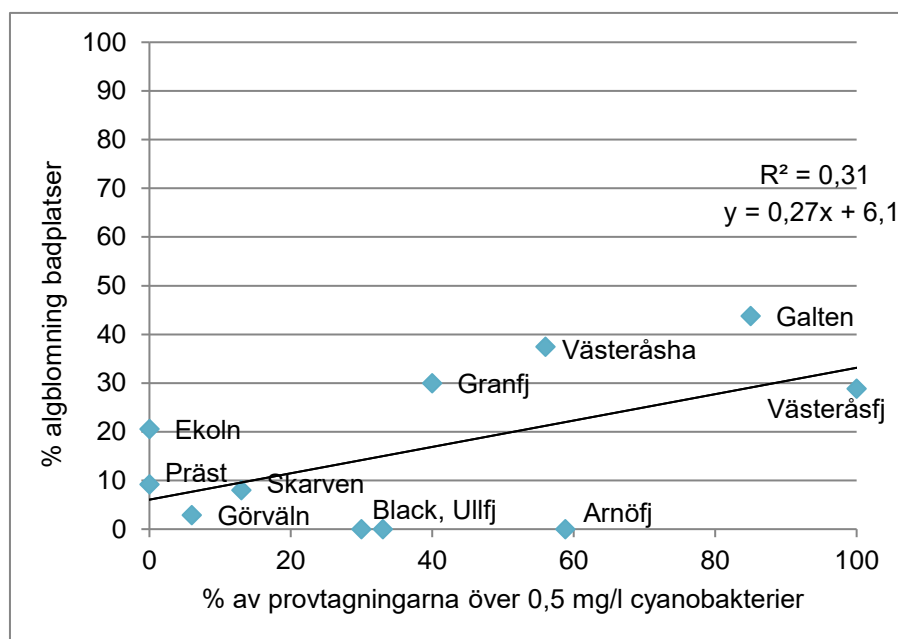
Tabell 3. *Algbloomingfrekvensen i Mälaren på badplatserna och för miljöövervakningen, provtagningsår inom den 2:a förvaltningscykeln, antal prover och provdjup för cyanobakterier.*

En figur över algbloomingfrekvensen på badplatserna och frekvensen av provtagningarna över 1,0 mg/l cyanobakterier gjordes utifrån tabell 3. Sambandet mellan dessa kan ses i figur 14. Åtta av vattenförekomsterna ligger på antingen x- eller y-axeln vilket ger en trendlinje med lutning 0,35 och R^2 värdet blev 0,23. Tre av vattenförekomsterna hade höga halter cyanobakterier ute i vattenmassan men ingen algblooming vid baden. Fyra vattenförekomster hade istället tvärtom, de hade haft flera prover med algbloomingar på badplatserna men värden lägre än 1,0 mg/l cyanobakterier vid provtagningsstationerna.



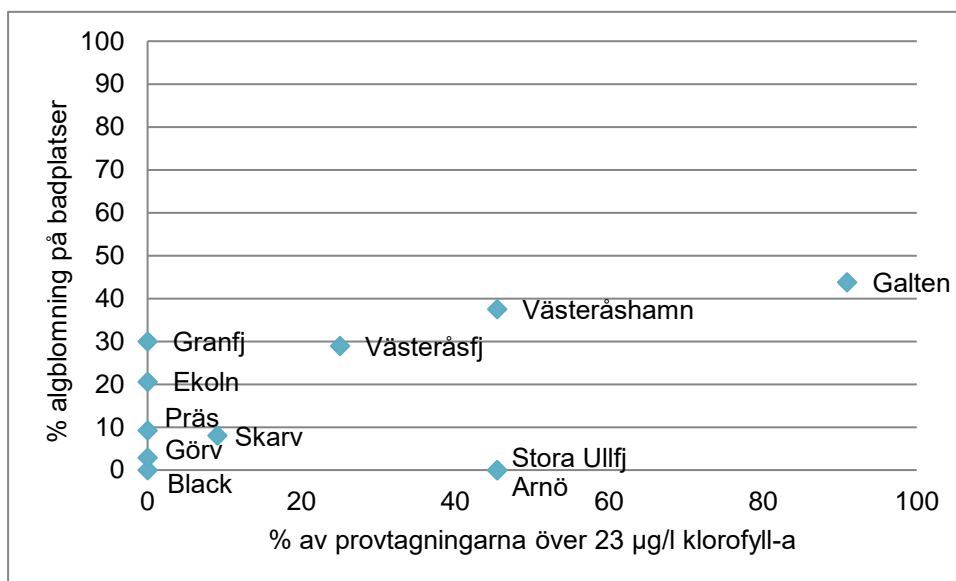
Figur 14. Visar förhållandet mellan den relativa frekvensen av algbloomingar på badplatserna inom vattenförekomsterna mot den relativa frekvensen av provtagningarna som hade över 1,0 mg/l cyanobakterier i nationella- och regionala övervakningen.

Om det istället antas att en algblooming skulle vara synlig vid badplatsen när det är 0,5 mg/l cyanobakterier ute vid provtagningsplatsen fås en graf med nytt utseende, se figur 15. Där blev lutningen på trendlinjen istället 0,27 och ett R^2 värde på 0,31. De tre vattenförekomsterna som inte hade någon algblooming vid badplatserna fick nu en ökning av höga halter för cyanobakterier. Två av de fyra vattenförekomsterna som i figur 8 hade algblooming på badplatserna men inga värden för cyanobakterier har fortfarande samma värden medan två av dem hade några provtagningar med biomassa av cyanobakterier över 0,5 mg/l.



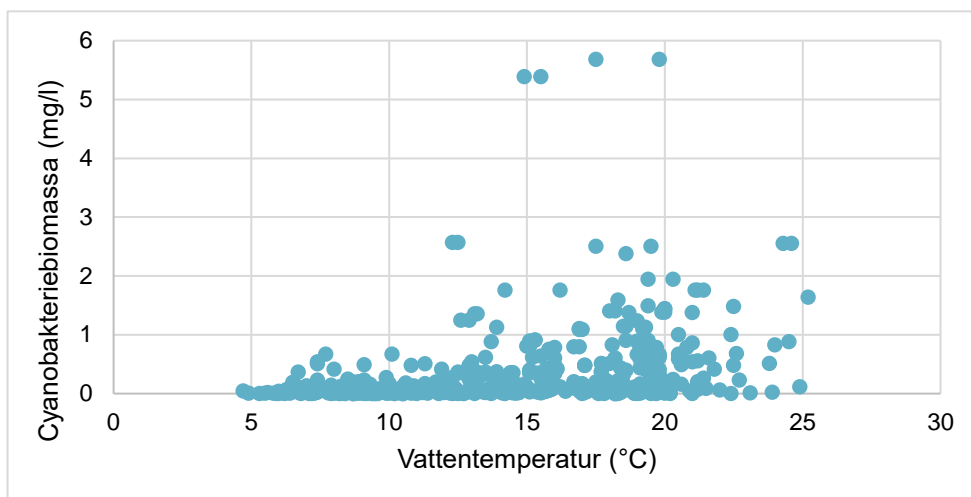
Figur 15. Visar förhållandet mellan den relativa frekvensen av algbloomingar på badplatserna inom vattenförekomsterna mot den relativa frekvensen av provtagningarna som hade över 0,5 mg/l cyanobakterier i nationella- och regionala övervakningen.

För att få mer data till Ekoln och Prästfjärden som inte hade några provtagningar med värden över 0,5 mg/l för cyanobakteriebiomassa användes ett samband som innebär att 1,0 mg/l cyanobakterier skulle motsvara 23 µg/l klorofyll-a. Detta kan ses i figur 16 mot relativa frekvensen av algblooming på vattenförekomsternas badplatser. Men endast de vattenförekomster som redan hade provtagningar över 0,5 mg/l cyanobakterier visade sig ha värden på klorofyll över 23 µg/l. Blacken hade ingen provtagning med algblooming för någon av kategorierna, fyra av vattenförekomsterna hade ingen provtagning över 23 µg/l trots att de hade algblooming på badplatserna medan det för Arnöfjärden och Stora Ulfjärden var tvärtom.



Figur 16. Förhållandet mellan den relativa frekvensen av provtagningarna för klorofyll-a med ett värde över 23 µg/l och den relativa frekvensen av algblooming på badplatserna. Mellan åren 2007-2012 och juli till augusti.

Mellan april till oktober år 2007-2012 togs sammanlagt 538 prover för cyanobakterier i miljöövervakningen i Mälaren. De flesta värden för biomassan av cyanobakterier där även temperaturen provtogs samtidigt finns i figur 17. Majoriteten av värdena ligger mellan en biomassa på 0-1 mg/l. Vid ungefär 12 grader börjar biomassan för cyanobakterierna öka med den ökande temperaturen, och de första biomassorna över 1,0 mg/l förekommer. Vilket betyder att då börjar risken för algblomningsförekomst i Mälaren. De flesta provtagningar för vattentemperaturen är tagna på 0,5 meters djup.

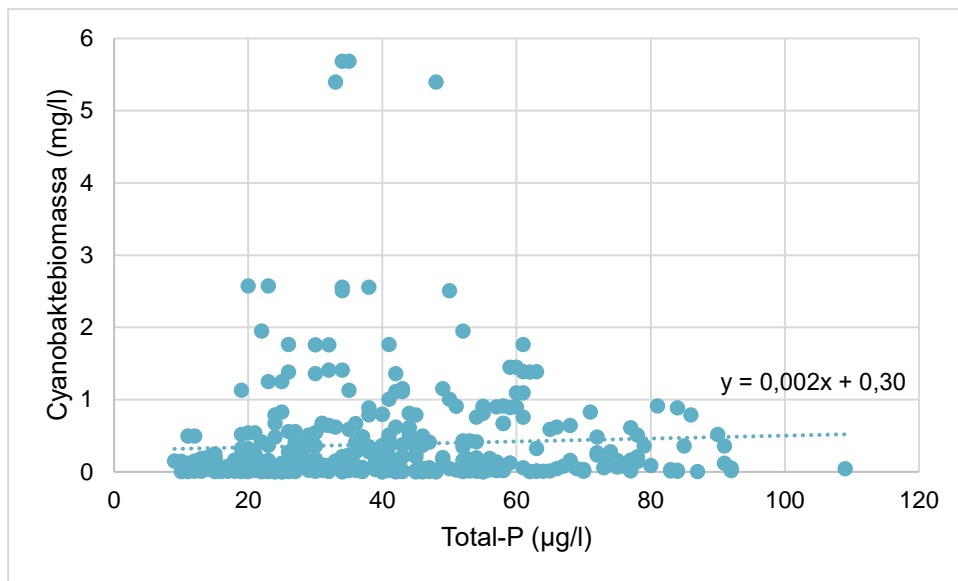


Figur 17. Vattentemperaturen mot biomassan av cyanobakterier i vattenförekomsterna i Mälaren, år 2007-2012 maj och juli till september.

En multipel linjär regression gjordes för cyanobakteriebiomassa mot vattentemperatur och totalfosfor. Från ekvation 1 syns att om vattentemperaturen ökar med en grad ökar cyanobakteriebiomassan i genomsnitt med 0,046 mg/l och om totalfosfor ökar med en enhet så ökar biomassan i genomsnitt med 0,004 mg/l. För en signifikansnivå på 1% och med p-värden $< 0,01$ ger det att dessa är signifikanta.

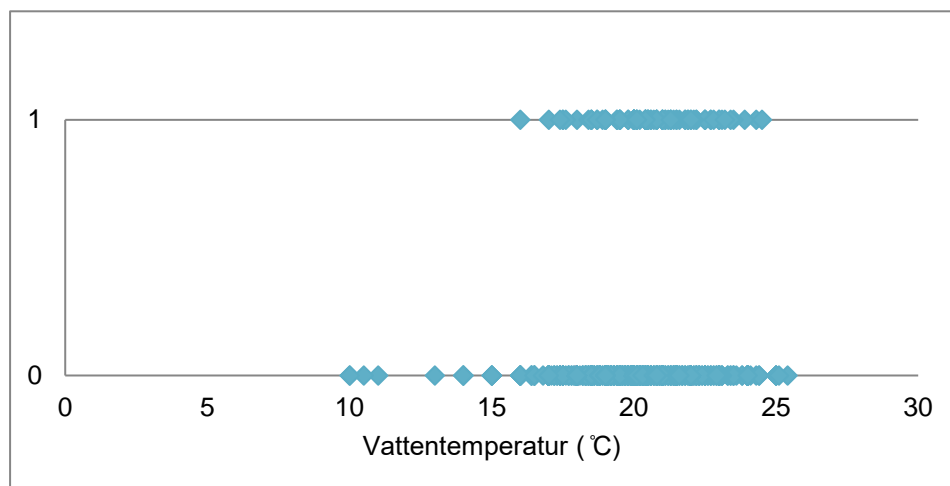
$$\text{Cyanobiomassa (mg/l)} = -0,417 + 0,004 \text{ Tot P } (\mu\text{g/l}) + 0,046 \text{ Vattentemp } (^\circ\text{C}) \quad (1)$$

I figur 18 visas totalfosfor mot biomassan av cyanobakterier och visuellt ser man inget tydligt samband mellan dessa, men trendlinjen har en svag positiv lutning. Från en totalfosforhalt på 19 μg per liter så förekommer värden på cyanobakteriebiomassa över 1,0 mg per liter.



Figur 18. Totalfosfor mot biomassan av cyanobakterier i vattenförekomsterna i Mälaren, år 2007-2012, maj och juli till september.

I figur 19 betyder 1 att det förekom algblooming vid provtagningstillfället och 0 ingen algbloomingförekomst vid provtagningen på y-axeln. För badplatserna i Mälaren syntes algbloomingar tidigast vid ungefär 15 grader i vattnet.



Figur 19. Algförekomst vid vattentemperaturerna för Mälarens badplatser år 2007–2012 i maj till augusti.

4 Diskussion

4.1 Diskussion av resultaten

På Sveriges badplatser förekommer algblooming i ungefär 5 % av provtagningarna som tas. Mälaren hade mer problem med algblooming i början av 2000-talet men ligger på ungefär 5 % i nuläget. Utifrån t-testet och medelvärdena för algblooming-förekomst och vattentemperatur kan slutsatsen dras att temperaturen har en påverkan på algblooming. Om temperaturen i vattnet ökar så ökar också sannolikheten för algblooming. Vattentemperaturen verkade även ha en effekt på ökande biomassa hos cyanobakterierna över 12 grader i figur 17. Vid badplatserna samma år var det istället från 15 grader som algbloomingar var synliga. Detta stämmer bra överens med teorin att vissa släkten av cyanobakterier tillväxer som bäst vid 15 till 20 grader.

Den multipla linjära regressionen visade att både en ökande vattentemperatur och en ökande totalfosforhalt ger en större cyanobakteriebiomassa. Om fosforhalterna och vattentemperaturen i framtiden ökar finns det en risk att algbloomingfrekvensen kommer att öka. Från figur 19 syntes det att vid en totalfosforhalt på över 19 µg per liter så förekom värden på cyanobakteriebiomassa över 1,0 mg per liter, det är alltså vid den mängden som risken för algblooming ökar. Under den 2:a förvaltningscykeln hade algbloomingförekomsten minskat jämfört med åren innan vilket troligen berodde på att både medelvattentemperaturen och fosfatfosfor, som är den formen av fosfor som cyanobakterier direkt kan ta upp, hade minskat. Men högre näringshalter av fosfor har troligen större påverkan på en ökad algblooming än vad temperaturen har på lång sikt.

Algbloomingfrekvensen varierar inte endast mellan åren utan även mellan olika badplatser och månader. För hela Sveriges sjöar förekom det på badplatserna mest algblooming i juni till augusti vilket även gäller vid badplatserna i Mälaren. I

miljöövervakningen var det istället mest i juli till september, men i juni fanns inga provtagningar alls vilket syntes i figur 7. I september var det tvärtom att badplatserna knappt provtogs medan det i miljöövervakningen var 18% av proverna som hade ett värde över 1,0 mg/l cyanobakteriebiomassa. Så vilka månader det påvisas algblooming påverkas av hur många prover som tas, ju färre provtagningar desto lägre är sannolikheten att få med en algblooming.

För vattenförekomsterna i Mälaren skiljde sig oftast algbloomingfrekvensen på badplatserna och i miljöövervakningen rätt mycket. En trolig orsak är att provtagningsstationerna ligger längre ut i vattenmassorna än badplatserna. I stora vattenförekomster som till exempel Prästfjärden på 320 km² är det svårt att bedöma hela vattenförekomsten med endast en provtagningsstation. Där vore det bra att komplettera med badplatsövervakningen för att få mer information om algförekomsten, speciellt inne i vikarna. Avståndet från varje badplats till provtagningsstationen i de olika vattenförekomsterna finns i tabell 4 bifogat i Bilaga 1. Sex stycken av Prästfjärdens badplatser är de som ligger på störst avstånd från någon provtagningsstation, den på längst avstånd upp till 40 km.

På badplatserna bedöms algbloomingförekomsten endast okulärt vilket kan leda till att en algblooming missas. En algblooming kan röra sig djupare ned i vattnet och längre bort från stranden om det varit blåst väder, och ska en algblooming vara synlig på en badplats måste algen vara vid ytan då provtagningen sker. Algbloomingarna kan även blåsa in i vikar men inte lika lätt ut därifrån och blåsa från en badplats till en annan på andra sidan sjön. De flesta cyanobakterier kan påverka sin flytförmåga på grund av gasfyllda vakuoler, dessa gör att de kan hålla sig flytande vid vattenytan vid lugnt väder. Cyanobakterierna befinner sig ofta vid ytan för att det är soligt där eller för att de håller på att dö när det är slutet av algbloomingen. Forskare som gjort försök på cyanobakterier har kommit fram till att cyanobakterien *Nodularia spumigena* växer som bäst mellan 0-6 meters djup och kan förflytta sig 36 meter vertikalt på en dag i haven (Neumüller, 2012). Cyanobakterier växer och trivs alltså bäst i övre delen av vattenmassan och för att få med den höga koncentrationen vid en algblooming är det bäst att provta nära ytan. Provtagningarna av cyanobakterier från den regionala- och nationella övervakningen har skett på olika djup i olika vattenförekomster i Mälaren. Vissa togs mellan 0-2 meter och andra mellan 0-8 meters djup. Av de vattenförekomster som inte hade en enda provtagning på minst 1,0 mg/l cyanobakterier var alla tagna på 0-8 meters djup.

Vattenförekomsterna i Mälaren provtogs allt från 1 till 3 gånger per år för cyanobakterier i miljöövervakningen under den 2:a förvaltningscykeln. Badplatserna provtogs oftare, minst 3-4 gånger per år. Då provtagningar är kostsamt vore det bra

att utnyttja även proverna för badplatserna att få mer data och en så korrekt bedömning som möjligt av den ekologiska statusen. Om provtagning sker få gånger per år riskeras en algblooming att missas som ägt rum tidigare än när provtagningen skedde. Enligt vattendirektivet om algbloomingar vill man komma åt frekvens och intensitet men det gör man inte åt i nuläget. Om man bara provtar för den ekologiska statusen en gång per år får man inte reda på frekvensen, och inte heller på hur mycket algblooming det är. Frekvensen och intensiteten skulle därför bli bättre om man även använder sig av badplatsprovtagningarna. Men i Mälaren sker jämförelsevis många provtagningar varje år i miljöövervakningen och det finns även rätt många provtagningsstationer om man jämför med många andra sjöar i Sverige. Det är vanligt att sjöar har endast en provtagningsstation och inte provtas varje år. I dessa fall skulle det vara ännu mer värt att använda sig av badplatsernas provtagningar för att bedöma den ekologiska statusen.

I 16 av mälarens vattenförekomster fanns endast klassificeringar av klorofyll-a för parametern växtplankton. Detta är troligen på grund av att kategorierna ”den totala biomassan” och ”viktsandel cyanobakterier” bedöms från ett medelvärde från tre år tillbaka i tiden. I de områden där det inte finns data några år tillbaka får vattenförekomsten endast en provtagning för klorofyll-a, det speglar översiktligt biomassan av planktiska alger men ger ingen detaljerad bild av algförekomsten (VISS). Västerås hamnområde, Västeråsfjärden och Galten hade alla tre rätt höga frekvenser av algblooming av provtagningarna på både badplatserna och för cyanobakterier i miljöövervakningen. I nuläget har dessa vattenförekomster den ekologiska statusen måttlig. I brist på data så hade Galten inga värden för växtplankton och Västeråsfjärden och Västeråshamnområde hade endast data för klorofyll-a. Dessa tre vattenförekomster var bland de med störst andel av provtagningarna med klorofyll-a på minst 23 µg/l. Västeråshamnområde hade ett medelvärde på 27 µg/l, Västeråsfjärden 18,9 µg/l och Galten ett medelvärde på 29,7 µg/l mellan år 2007–2012 i juli till augusti. Om algbloomingprovtagningarna från badplatserna skulle använts när data för parametrar om växtplankton i miljöövervakningen saknades så hade dessa vattenförekomster möjligen fått sämre ekologisk status då de biologiska kvalitetsfaktorerna väger tyngst.

I grafen med den relativa frekvensen av algblooming på badplatserna och antal provtagningar med en biomassa av cyanobakterier över 1,0 mg/l blev resultatet lite ojämnt men det visade ändå något slags samband. Det blev en viss skillnad mellan graferna med 1,0 mg/l och 0,5 mg/l men dock inte så stor. Skillnaden mellan de två graferna är att vissa värden endast förflyttat sig i sidled medan andra förblev kvar. Värdena på y-axeln kommer inte ändras på grund av att badplatserna inte påverkas av ändrad mängd biomassa av cyanobakterier. Det var även flera av värdena som

antingen blev noll på x- eller y-axeln. Blacken, Stora Ullfjärden och Arnöfjärden hade rätt höga värden för biomassan av cyanobakterier men hade noll procent algblomning vid badplatserna. I Blacken finns endast ett bad som heter Mälarbaden. Detta bad hade bara två provtagningar där det fanns uppgift om det förekom algblomning eller inte, resten var utan uppgift. Då det inte förekom någon synlig algblomning på dessa två provtagningar blev värdet noll.

Utifrån de nya klassgränserna för cyanobakterier där man är tvungen att göra en åtgärd då biomassan av cyanobakterier är över 1,0 mg/l och statusen blir sämre än god, så har jag antagit att en algblomning skulle vara synlig vid värden över 1,0 mg/l, men även testat för 0,5 mg/l. R^2 värdet när cyanobakteriebiomassan var minst 1,0 mg/l blev 0,23 och vid 0,5 mg/l blev det 0,31. Det betyder att 23 % respektive 31 % av variationen kan förklaras med sambandet i figurena, och 31 % > 23 % vilket innebär att sambandet är starkare vid 0,5 mg/l cyanobakteriebiomassa. Några av vattenförekomsterna hade även högre antal prover med värden över 0,5 mg/l cyanobakteriebiomassa än över 1,0 mg/l, det blir alltså lite mer känsligt om gränsen går vid 0,5 mg/l. Men gränsen där en algblomning är synlig behöver dock inte gå vid varken 1,0 mg/l eller 0,5 mg/l, det kan vara en helt annan nivå.

Jag har antagit att ett bra samband är om det samtidigt förekommer algblomning både vid badplatserna och ute i vattenförekomsterna. Men om det förekommer en algblomning vid en badplats måste det egentligen inte vara algblomning även ute i sjön. Det kan vara en lokal påverkan vid badet som gett högre näringshalt och i kombination med liten omrörning så stannar de näringsrika vattnet kvar vid badplatsen vilket gynnar uppförökning av cyanobakterier. Ett exempel på lokal påverkan kan vara urin som är rikt på kväve och även innehåller fosfor. Desto fler besökare en badplats har ju större mängd urin späds troligen ut i vattnet, det påverkar algblomningsförekomsten lokalt på badplatsen och kan vara en anledning till att baden i till exempel Fiskarfjärden vid folktäta Stockholm hade hög andel algblomning år 2000–2006. Det kan även förekomma algblomning mitt ute i en sjö trots att det inte förekommer någon algblomning vid badplatserna. Då har hela vattenförekomsten höga halter av näringsämnen. Orsakerna kan vara frånlandsvind som fått växtplanktonen att färdas från stranden ut i sjön, eller så kan det vara för långt avstånd mellan provtagningsstationen ute i vattenförekomsten till badplatsen.

Aktuell forskning just nu om cyanobakterier finns bland annat publicerat i The ISME Journal av kanadensiska forskare som kommit fram till att cyanobakteriekolonierna ändras cyklist under ett år och att det finns ett mönster över hur de ändras mellan år. De menar då att algblomning kan förutses, och de lyckades förutspå startdatum av algblomningar med 78-92 procent noggrannhet. I framtiden kanske det är

en metod för att tidigt informera allmänheten om när det under sommaren kommer vara risk eller inte för algblooming på badplatserna (Tromas *et al.*, 2017). I framtiden kommer det även troligen bli vanligare att använda sig av satelliter, de kan användas för att upptäcka, se utbredningen av algbloomingar och beräkna biomassan utifrån mätningar av klorofyll-a. Satellitsensorer och algoritmer har utvecklats sedan 70-talet och används idag främst över haven, men i framtiden kommer troligen användningen öka även i sjöar då det går snabbt att få fram en ungefärlig bild av biomassan av cyanobakterier utan att behöva göra provtagningar (Blondeau-Patisier *et al.*, 2014).

4.2 Slutsatser

Denna studie visar att det finns ett samband mellan frekvensen av algbloomingar på badplatserna och vad prover för miljöövervakningen visar, men det är inte självklart att det är så. Men det kanske inte måste finnas ett tydligt samband mellan dem för att använda badplatsprovtagningarna i miljöövervakningen. Om en provtagningsstation ute i vattenförekomsten inte har algblooming så kan det ändå förekomma en algblooming vid dess badplats. En algblooming vid badplatsen betyder att övergödning förekommer i alla fall vid stranden, men det kan bero på ett tillfälligt lokalt näringsutsläpp så hela sjön behöver inte vara övergödd för det. Men det kan vara svårt att veta orsaken och för att inte råka missa en algblooming med miljöövervakningen, om det till exempel blåste mycket när man var ute och provtog eller åkte ut med båt innan eller efter algbloomingen ägde rum, vore det troligen ändå bättre att ta hänsyn till badplatsprovtagningarna än att inte göra det. Då kan man få en bättre bild av frekvensen och intensiteten av algbloomingar och bredare underlag fås vilket kan bidra till en så korrekt bedömning som möjligt av den ekologiska statusen av Sveriges vattenförekomster.

Referenser

- Aneer, G. & Löfgren, S. (2007). Algblooming - Några frågor och svar. Available from: <http://www.lansstyrelsen.se/stockholm/SiteCollectionDocuments/Sv/miljo-och-klimat/tillstandet-i-miljon/Informationscentralen/algblooming-nagra-fragor-och-svar.pdf>.
- Blondeau-Patissier, D., Gower, J., Dekker, A., Phinn, S. & Brando, V. (2014). A review of ocean color remote sensing methods and statistical techniques for the detection, mapping and analysis of phytoplankton blooms in coastal and open oceans. *Elsevier*, pp 123–144.
- Caruso, J. et al. (2013). Hjälpreda för klassificering av ekologisk status i ytvatten. Vattenmyndigheterna i samverkan. Available from: <http://www.vattenmyndigheterna.se/SiteCollectionDocuments/gemensamt/publikationer/%C3%96vriga%20publikationer/kokbok/1a-hjalpreda-ekologisk%20status.pdf>.
- Carvalho, L. (2012). Strength and uncertainty of phytoplankton metrics for assessing eutrophication impacts in lakes. *Hydrobiologia*.
- Ekologgruppen i Landskrona AB (2014). Förklaring av kemiska/fysikaliska parametrar inom vattenkontrollen i Saxån-Braån.
- EU. *Bathing water quality*. [online] (2017a). Available from: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/LSU/?uri=CELEX:32006L0007>. [Accessed 2018-02-28].
- EU. *God vattenkvalitet i Europa (EU:s vattendirektiv)*. [online] (2017b). Available from: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?uri=LEGISSUM:l28002b>. [Accessed 2018-02-28].
- Havs- och vattenmyndigheten. *Åtgärdsprogram inom vattenförvaltningen*. [online] (2014-03-04). Available from: <https://www.havochvatten.se/hav/vagledning--lagar/vagledningar/vattenforvaltning/om-vattenforvaltning/atgardsprogram-inom-vattenforvaltningen.html>. [Accessed 2018-05-14].
- Havs- och vattenmyndigheten (2016). Vägledning kring EU-bad Version 10. Available from: <https://www.havochvatten.se/download/18.55c45bd31543fcf8536bd47c/1463547503788/vagledning-kring-eu-bad.pdf>.
- Havs- och vattenmyndigheten (2017a). Sveriges badvattenkvalitet. Available from: <https://www.havochvatten.se/download/18.554f729615bf4ab8719d0434/1495176716915/rapport-2017-14-sveriges-badvattenkvalitet.pdf>.
- Havs- och vattenmyndigheten (2017b). Växtplankton i sjöar - vägledning för statusklassificering.
- Livsmedelsverket. *Cyanobakterier och dricksvatten*. [online]. Available from: https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/cyanobakterier-blagrona-alger?_t_id=1B2M2Y8AsgTpgAmY7PhCf&=&_t_q=cyanobakterier&_t_tags=language:sv,siteid:67f9c486-281d-4765-ba72-ba3914739e3b&_t_ip=130.243.200.123&_t_hit.id=Livs_Common_Model_PageTypes_ArticlePage/_94055dc1-8054-4ece-bd58-bb424b45b108_sv&_t_hit.pos=1. [Accessed 2018-02-28].
- Länsstyrelsen Västmanlands län (2006). Levande vatten. Available from: <http://www.lansstyrelsen.se/vastmanland/SiteCollectionDocuments/Sv/miljo-och-klimat/vatten-och-vattenanvandning/vattenforvaltning/levandevatten.pdf>.

- Miljöförvaltningen (2017). Miljöövervakningsprogram för ekologisk status 2017-2022. Available from: <https://insynsverige.se/documentHandler.ashx?did=1893662>.
- Miljösamverkan Sverige. *Ekologisk status*. [online]. Available from: <http://www.miljosamverkansverige.se/Sv/tillsynmknvatten/vattenforvaltning/statusklassificering/Pages/ekologisk-status.aspx>. [Accessed 2018-02-28].
- Neumüller, A. L. (2012). Algblomningen i Östersjön - abiotiska förutsättningar med avseende på cyanobakteriernas pelagiska tillväxt. Uppsala universitet. (Kandidatarbete inom biologi).
- Tromas, N. et al. (2017). Characterising and predicting cyanobacterial blooms in an 8-year amplicon sequencing time course. *The ISME Journal*, 11.
- VISS. *Växtplankton*. [online]. Available from: <http://extra.lansstyrelsen.se:80/viss/Sv/detta-beskriv-i-viss/statusklassning/ekologisk-statuspotential/biologiska-kvalitetsfaktorer/Pages/vaxtplankton.aspx>. [Accessed 2018-03-07].
- Wirebro, M. & Hansson, R. (2012). Planera för bättre vatten. Länsstyrelsen i Västra Götalands län. Available from: <http://www.lansstyrelsen.se/vastragotaland/SiteCollectionDocuments/Sv/publikationer/2012/2012-40.pdf>.
- World Health Organization (2003). Guidelines for safe recreational water environments. Available from: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42591/9241545801.pdf;jsessionid=53F2D954D613489DC169914232671C8C?sequence=1>.
- World Health Organization (2011). Guidelines for Drinking-water Quality - 4th ed. Available from: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44584/1/9789241548151_eng.pdf.

Bilaga 1

Tabell 4. *Badplatserna inom varje vattenförekomst. Avståndet mellan provtagningsstationen och badplatsen för de bad som ligger inom vattenförekomster som hade mätvärden för cyanobakteriebiomassa under 2:a förvaltningscykeln. Om badplatserna är ett EU-bad står J för ja och om inte ett N.*

<i>Badplatser</i>	<i>Vattenförekomst</i>	<i>Avstånd, km</i>	<i>EU bad</i>
Arnöfjärden	Bredsand	1,79	J
	Koffsan	6,95	N
Blacken	Mälarbaden	8,38	J
Ekoln	Hammarskogsbadet	2,29	N
	Fredrikslund, Oxtorget	2,03	N
	Lyssnaängsbadet	3,8	J
Fiskarfjärden	Mälaren, Maltesholmsbadet V		J
	Mälaren, Maltesholmsbadet Ö		J
	Mälaren, Kaananbadet V		J
	Mälaren, Kaananbadet Ö		J
	Mälaren, Sättrastrandsbadet S		J
	Mälaren, Sättrastrandsbadet N		J
	Mälaren, Ängbybadet V		J
	Mälaren, Ängbybadet Ö		J
	Kärsögården		J
	Mälaren, Mälarhöjdsbadet V		J
	Mälaren, Mälarhöjdsbadet Ö		J
	Mälaren, Solviksbadet		J
Freden	Freden, Borgåsunds badplats		N
Galten	Malmön	7,87	N
	Botten	6,34	N
	Ekudden	4,63	N
	Skillingeudd	2,87	N
	Kvicksund, Sandabadet	6,49	N
Gorran	Wiksbadet		N
	Kulla		N
	Skokloster Camping		N
Granfjärden	Sundängen	8,47	N
Gripsholmsviken	Taxingebadet		J

Görväln	Björknäs	10,64	N
	Karlskär	4,24	N
	Frölunda badplats	3,63	N
	Frölunda, vid grillhus	3,41	N
	Gröna Udden	6,05	N
	Mälaren, Baset	1,5	N
	Mälaren, Görvälnsbadet	1,9	J
	Mörby	10,14	N
	Mälaren, Bruket	2,68	N
	Mälaren, Lövestabadet	4,24	J
	Mälaren, Kallhällsbadet	4,7	J
	Mälaren, Bonäsbadet	6,31	N
	Hässelby, Allmänna badet V	6,26	J
	Hässelby strandbad	6,26	N
Långtarmen	Kungsberga		N
	Stockby		J
	Kärsgatan		N
	Närlunda/Skäludden		N
Mariefredsfjärden	Mariefreds strandbad		N
Prästfjärden	Ön	23,2	N
	Fånö	33,25	N
	Nylada	39,97	N
	Krägga	35,86	N
	Härjarö	20,17	N
	Underåsbadet	2,98	N
	Kalmarsandbadet	29,15	J
	Mälarbadet	9,17	J
Riddarfjärden	Mälaren, Stora Essingen		N
	Mälaren, Lilla Essingen		N
	Mälaren, Smedsuddsbadet V		J
	Mälaren, Smedsuddsbadet Ö		J
	Mälaren, Långholmen, Strandbad		J
	Mälaren, Långholmen, Klippbadet		N
Rödstensfjärden	Södran		J
	Lundhagen		J
	Mälaren, Slagstabadet		J
	Mälaren, Johannesdalsbadet		N
	Vårbyfjärden, Vårbybadet		J

Skarven	Sjudargårdsbadet	10,08	J
	Vallbyvik	9,27	N
	Stigstorp	6,5	N
	Mälaren, Ängsjöbadet	5,42	J
	Steningebadet	5,23	J
	Sättra Naturbad	3	N
	Kairo	4	J
	Rosersbergsbadet	3,09	N
Skofjärden	Söderskogens utebad		N
	Slottsskogens utebad		N
Stora Ullfjärden	Ekillabadet		J
Strängnäs-fjärden	Strängnäs-fjärden, Kungsbergsba		N
	Strängnäs-fjärden, Husbybadet		N
	Strängnäs-fjärden, Visholmen		N
	Abborrberget		N
Sörfjärden	Sörfjärden, Helgarö kläpp		N
	Sörfjärden, Häradsbadet		N
Tynnelsöfjärden	Ulvhällsfjärden, Löt strandbad		N
	Oknöbadet		N
	Algö, Ekebyviksbadet		N
	Östabadet		N
Västerås hamnområde	Lövudden	2,3	N
	Johannisberg, Badviken	2,48	N
	Lögastrand	1,06	J
	Östra Holmen, Badviken	1,56	N
	Framnäs, Badviken	2,13	N
Västeråsfjärden	Björnöbadet, Badviken	3,7	J
	Södra Björnön, ABB	4,65	N
Årstaviken	Tanto strandbad (Årstaviken)		J